

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-224719

(P 2 0 0 2 - 2 2 4 7 1 9 A)

(43) 公開日 平成14年8月13日 (2002. 8. 13)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
B21B 27/03	510	B21B 27/03	510 4E016
	520		520
27/00		27/00	C

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全14頁)

(21) 出願番号 特願2001-28791 (P 2001-28791)

(22) 出願日 平成13年2月5日 (2001. 2. 5)

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(72) 発明者 木島 秀夫

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(74) 代理人 100099531

弁理士 小林 英一

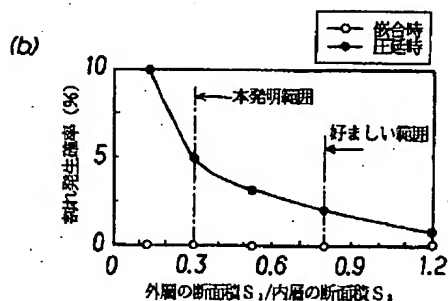
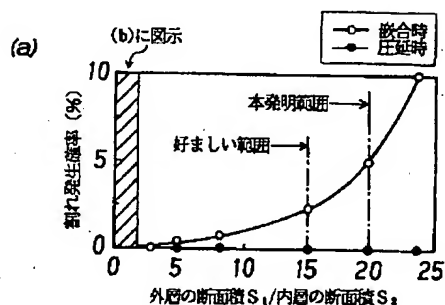
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超硬合金製複合ロール

(57) 【要約】

【課題】 長尺大径ロールでも、歩留まり良く、能率よく経済的に、かつ割れもなく製造可能であり、各種圧延に供しても、割れを抑制できると共に、長寿命とすることが可能な超硬合金製複合ロールを提供する。

【解決手段】 予め焼結された複数個の円筒状成形部材を一体化して構成された超硬合金からなる外層と、この外層の内面に形成された鋼系材からなる内層とにより構成されたスリーブを、鋼製軸芯に嵌合して固定してなる超硬合金製複合ロールであって、スリーブは、回転軸と直角な断面における外層の断面積 S_1 と内層の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を 0.3 ~ 20 としてなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 予め焼結された複数個の円筒状成形体部材を一体化して構成された超硬合金からなる外層と、この外層の内面に形成された鋼系材からなる内層とにより構成されたスリーブを、鋼製軸芯に嵌合して固定してなる超硬合金製複合ロールであって、前記スリーブは、回転軸と直角な断面における前記外層の断面積 S_1 と前記内層の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を0.3～20としてなることを特徴とする超硬合金製複合ロール。

【請求項2】 前記外層の断面積 S_1 と前記内層の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を0.8～15としてなることを特徴とする請求項1に記載の超硬合金製複合ロール。

【請求項3】 外径を150mm以上、800mm以下とし、冷間タンデム圧延機用ワークロールとして用いられることを特徴とする請求項1または2に記載の超硬合金製複合ロール。

【請求項4】 外径を500mm以上、1500mm以下とし、熱間粗圧延機用ワークロールとして用いられることを特徴とする請求項1または2に記載の超硬合金製複合ロール。

【請求項5】 外径を400mm以上、1400mm以下とし、熱間仕上げ圧延機用ワークロールとして用いられることを特徴とする請求項1または2に記載の超硬合金製複合ロール。

【請求項6】 外径を500mm以上、1500mm以下とし、厚板圧延機用ワークロールとして用いられることを特徴とする請求項1または2に記載の超硬合金製複合ロール。

【請求項7】 外径を600mm以上、2000mm以下とし、形鋼圧延機用ワークロールとして用いられることを特徴とする請求項1または2に記載の超硬合金製複合ロール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超硬合金からなる外層と、外層の内面に形成された鋼系材からなる内層とにより構成されたスリーブを、鋼製軸芯に嵌合して固定してなる超硬合金製複合ロールに関する。

【0002】

【従来の技術】圧延機に組み込むワークロール（以下、単にロールと略して称する）には、摩耗したり亀裂や欠けが発生したりしにくく、被圧延材と接触する胴部において、被圧延材に肌荒れが生じにくいこと、凹みが生じにくいこと、サーマルクラウン（ロールの熱膨張によるロールの胴長方向の凸形）が小さいこと等の性能が要求されているが、一般的に用いられる鋼系ロールでは、上述した耐摩耗性、耐肌荒れ性等の性能が不十分であり、更にサーマルクラウンも大きく被圧延材寸法・形状の制御精度の改善に限界がある、という欠点がある。

【0003】このような耐摩耗性、耐肌荒れ性等の性能に優れたロールとして、例えば、特開平10-5825号公報には、図5に示すように、超硬合金からなる外層11と、

外層11の内面に形成された溶製の鋼系材からなる内層2とにより構成されたスリーブを、鋼製軸芯3に嵌合して固定した超硬合金製複合ロールが開示されている。しかし、特開平10-5825号公報に開示された超硬合金製複合ロールでは、大径・長尺ロールを製造しようとした場合、内層2の外周に長い一体成形体の超硬合金からなる外層11を焼結により形成してスリーブを構成するために、スリーブの寸法変化が大きいという問題があり、スリーブ寸法が不足した場合には、超硬合金製複合ロールの仕様を満足できなくなってしまうので、焼結後のスリーブ寸法が目標寸法より大きな寸法となるように、普通、余裕を持たせて製造され、その後、研削により目標寸法に仕上げられている。

【0004】このために、図5に示すような従来の超硬合金製複合ロールでは、内層2の外周に、例えば、径が600mmで、スリーブ長が520mm以上であるような、長さが長い一体成形体の超硬合金からなる外層11を焼結により形成しようとする、スリーブの外層11の研削量が多くなり、研削負荷が増大すると共に、超硬合金の製造歩留まり（スリーブの外層の重量/成形体に充填した超硬材料混合粉末の充填量）が低いという問題があった。

【0005】また、特開平10-5825号公報に開示されている超硬合金製複合ロールは、硬くて耐摩耗性に優れる反面、衝撃や引張応力に対しては弱いとされる超硬合金からなるスリーブの外層に亀裂が発生するのを抑制するために、回転軸と直角な断面における外層11の断面積 S_1 と内層2の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を0.7以下とし、外層に常時、100MPa以上の大きな圧縮応力を付与するようにしている。

【0006】このため、特開平10-5825号公報に開示されている超硬合金製複合ロールでは、スリーブの外層11の厚みを内層2の厚みより薄くしなければならない（スリーブの外層11の厚みと内層2の厚みを同じにした場合には、外層11の断面積 S_1 と内層2の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 は1以上となる）ために、スリーブの外層11の厚みを内層2の厚みより厚くできず、使用後のロール研削によりスリーブの外層11の厚みが薄くなって、廃却径になるまでのロール寿命が短いという問題があった。

【0007】また、厚みが薄い分強度的に弱く圧延時にかかる被圧延材からの反力により超硬スリーブ内にはロールの回転軸方向に大きな引張応力が作用して割れが生じ易い、という問題もあった。ところで、特開平10-263627号公報には、超硬合金からなるスリーブの外層を形成する際の寸法変化を大幅に減少させて、大径・長尺ロールを製造可能な超硬合金製複合ロールとして、図6に示すようなロールが開示されている。

【0008】特開平10-263627号公報に開示されている超硬合金製複合ロールは、予め焼結された複数個の円筒状成形体部材を一体化して構成された超硬合金からなるスリーブ21を鋼製軸芯3に嵌合して固定してなるものであ

り、スリーブ21を製造する際に、予め仮焼結処理等の焼結を施した複数個の円筒状成形体部材を、本焼結・HIP処理等により一体化するので、一体化してスリーブ21とする際のスリーブ21の寸法変化を大幅に減少させることができるものである。

【0009】しかしながら、図6に示すような超合金製複合ロールでは、超合金製スリーブ21を鋼製軸芯3に嵌合して固定する際に、焼きばめ法（スリーブ21側を加熱して嵌合する）、冷やしばめ法（鋼製軸芯3側を冷却して、嵌合する）あるいは焼き・冷やしばめ法（スリーブ21側を加熱し、鋼製軸芯3側を冷却して、嵌合する）により行くと、温度の低い鋼製軸芯3が熱膨張することにより、超合金製スリーブ21には特に回転軸方向に大きな引張応力が作用するために、嵌合時に、軸方向の引張応力により接合箇所21A などから割れる場合があるという問題があった。

【0010】また、図6に示すような超合金製複合ロールにおいては、鋼製軸芯に嵌合して固定された超合金製スリーブ21の回転軸方向に引張応力が作用した状態になっているので、圧延中に、超合金製スリーブ21に亀裂が発生し易く、この亀裂が進展して割れたり、接合箇所21A から割れる場合があるという問題があった。因みに引張応力は回転軸方向にのみならず、円周方向にも作用する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、従来の超合金製複合ロールにおける上記のような問題点を解消することにより、長尺大径ロールでも、歩留まり良く、効率的に、かつ割れもなく製造可能であり、各種圧延に供しても、割れを抑制できると共に、被圧延材寸法・形状の制御精度も良く、長寿命とすることが可能な超合金製複合ロールを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、予め焼結された複数個の円筒状成形体部材を一体化して構成された超合金製スリーブを用いれば、長尺大径ロールであっても、歩留まり良く、効率的に超合金製複合ロールを製造できると共に、このような超合金製スリーブは、割れに進展するような空孔の生成を抑制して製造できるとの研究成果に加えて、超合金製スリーブの内面に鋼系材からなる内層を形成したスリーブとすることが、超合金製スリーブの回転軸方向の引張応力を低減させて、超合金製スリーブの割れを抑制するのに有効であるとの知見に基づくものであって、その際に、スリーブの外層の断面積と内層との断面積との比を限定した範囲とすることにより、超合金からなる外層の厚みを厚くし、鋼系材からなる内層の厚みをその分だけ薄くした場合でも、製造中嵌合時のみならず、圧延併用時にも該スリーブ割れを防止できるとの知見に基づくものである。

【0013】すなわち、本発明は、予め焼結された複数

個の円筒状成形体部材を一体化して構成された超合金からなる外層と、この外層の内面に形成された溶製の鋼系材からなる内層とにより構成されたスリーブを、鋼製軸芯に嵌合して固定してなる超合金製複合ロールであって、前記スリーブは、回転軸と直角な断面における前記外層の断面積 S_1 と前記内層の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を0.3～20としてなることを特徴とする超合金製複合ロールである。

【0014】また、本発明では、前記外層の断面積 S_1 と前記内層の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を0.8～15としてなることが好ましい。上記超合金製複合ロールは、外径を150mm以上、800mm以下とし、冷間タンデム圧延機用ワークロールとして適用したり、外径を500mm以上、1500mm以下とし、熱間粗圧延機用ワークロールとして適用したり、外径を400mm以上、1400mm以下とし、熱間仕上げ圧延機用ワークロールとして適用したり、外径を500mm以上、1500mm以下とし、厚板圧延機用ワークロールとして適用したり、外径を600mm以上、2000mm以下とし、形鋼圧延機用ワークロールとして適用するのが好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】まず、本発明に係る超合金製複合ロールについて説明する。図1は、本発明に係る超合金製複合ロールの回転軸方向概略断面図である。図2は、本発明に係る超合金製複合ロールの回転軸と直角方向の概略断面図である。

【0016】図1、図2において、1は外層、2は内層、3は軸芯であり、1Aは予め焼結された成形体部材を一体化した接合箇所である。本発明に係る超合金製複合ロールは、超合金からなる外層1と、外層1の内面に形成された鋼系材からなる内層2とにより構成されたスリーブを、鋼製軸芯3に嵌合して固定してなる。

【0017】鋼製軸芯3は、鋼製軸芯3の両端部に軸受を装着可能なように、スリーブの長さよりも長く製造してあり、スリーブは鋼製軸芯3の長さ方向略中央域に嵌合して固定してある。図1では、超合金からなる外層1と、外層1の内面に形成された溶製の鋼系材からなる内層2との長さは同じになるように形成してあり、スリーブの両端部には鋼系側端リング4が装着してある。

【0018】ここで、本発明においては、予め焼結された複数個の円筒状成形体部材を一体化して構成された超合金からなる外層1と、この外層1の内面に形成された鋼系材からなる内層2とにより構成されたスリーブとし、このスリーブは、図2に示すような回転軸と直角な断面において、外層の断面積 S_1 と内層の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を0.3～20としてなることが特徴である。

【0019】なお、超合金からなる外層1は、WC、TaC、TiC等の超硬材料粉末に、Co、Ni、Cr、Ti等の金属粉末のうちから選ばれる1種または2種以上を5～50

mass%添加した超硬材料混合粉末を焼結したものであり、超硬材料混合粉末としては、WC-5~50mass%Co粉末を焼結したものとすることが、耐摩耗性、耐肌荒性等に優れかつ靱性が良好であるので望ましい。

【0020】さらに、この超硬合金は熱膨張率（線膨張係数）が従来のハイス、セミハイスといった材質に比べると約半分と小さく、また硬質のため、圧延時に受ける荷重によって偏平する程度が従来のハイス、セミハイスといった材質に比べて小さいため、ロールと被圧延材の接触弧長が短くなり、圧延時のロール回転に伴う接触時間も短くなって、ロールへの入熱が減少し、サーマルクラウンが小さくなるという利点がある。サーマルクラウンの絶対量が小さくなれば、被圧延材の寸法・形状制御精度が向上するので望ましい。

【0021】鋼系材からなる内層2は、鋳鋼、鍛鋼、黒鉛鋳鋼、炭素鋼および合金炭素鋼の溶製材のいずれかが好適であるが、必ずしもこれら材質、あるいは溶製のものに限るものではない。鋼製軸芯3は、たとえばクロム鋼、クロムモリブデン鋼、高速度鋼を調質して作成することができる。

【0022】次いで、本発明に係る超硬合金製複合ロールの製造方法について説明し、その後、外層の断面積 S_1 と内層の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を0.3~20に限定した理由について説明する。本発明に係る超硬合金製複合ロールの製造方法について、図3(a)、図3(b)を用いて説明する。

【0023】図3(a)は1本の超硬合金製複合ロールのスリーブに用いる複数の成形体部材5を示す斜視図であり、図3(b)は、予め焼結された複数の円筒状成形体部材5を一体化して構成された超硬合金製スリーブ22の内面に、鋼系材からなる内層2を形成し、スリーブを構成する過程を示した断面図である。なお、図1、図2と同じものについては同じ符号を付してある。

【0024】本発明の超硬合金製複合ロールは、例えば、粉末充填（ロール1本当たり複数の成形体を作成する）→CIP処理→機械加工→仮焼結→機械加工→本焼結・HIP処理（複数の成形体部材を一体化し、超硬合金製スリーブ22を作成する）→機械加工→拡散接合処理（超硬合金製スリーブ22の内面に鋼系の円筒状内層部材を接合する）→嵌合・固定（スリーブを鋼製軸芯に嵌合して固定する）の工程を経て製造することができる。

【0025】成形体は、超硬材料粉末と金属粉末とを混合し、得られた超硬材料の混合粉末を外筒と内筒との間の隙間に充填して作成する。得られた中空成形体は、仮焼結し、必要があれば仮焼結後に、機械加工を行って、図3(a)に示すような中空円筒状成形体部材5を作成する。仮焼結に先立ってCIP（冷間等方加圧）処理を行うのが、高密度の中空成形体部材5を得ることができるので望ましい。

【0026】このようにして得られた仮焼結後、もしくは

は仮焼結後、機械加工された成形体部材5は、中空成形体部材5を同軸的に複数個重ね合わせた後、本焼結・HIP（熱間等方加圧）処理により、拡散接合して一体化し、図3(b)の左図に示すような超硬合金製スリーブ22を作成し、このスリーブの内面に鋼系の円筒状内層部材を拡散接合し、さらに必要に応じて、研削、研磨等の機械加工を行い、図3(b)の右図に示すようなスリーブを得る。

【0027】次いで、このスリーブを焼きバメ、冷やしバメなどの通常の方法でスリーブを軸芯に嵌合して固定する。CIP成形の条件は、たとえば100~300 MPaで5~60分保持するのがよい。仮焼結の条件は、たとえば550~800℃で1~3時間保持するのが好ましい。本焼結・HIP処理は、たとえば、Ar雰囲気下、加圧条件100~200 MPa、焼結条件1100~1200℃、0.5~2時間保持後、さらに1300~1350℃で1~3時間保持する。なお、本焼結・HIP処理は、同時処理に限られず、焼結後に加圧処理を行ってもよい。

【0028】超硬合金製スリーブ22の内面に、例えば、肉厚50mmの円筒状SCM-440相当の鍛鋼を拡散接合する場合には、Arの雰囲気中で、1200~1300℃、0.5~1時間の保持の処理で行う。以上説明したように、本発明では、予め焼結された複数の円筒状成形体部材5を、本焼結・HIP処理により一体化して超硬合金製スリーブを構成するために、一体化後のスリーブの寸法精度を良好とすることができるから、研削量を少なくでき、超硬合金の製造歩留まりが良く、しかも生産能率よく、例えば、径が600mmで、かつスリーブ長が520mm以上といった長尺大径ロールを製造することができるのである。

【0029】これに対して、図5に示したような従来の超硬合金製複合ロールでは、径が600mmで、スリーブ長が520mm以上であるような長尺大径ロールを製造しようとした場合、長い一体成形体の超硬合金からなるスリーブの外層を焼結により形成しなければならず、焼結後のスリーブの外層の研削量を多く必要とするため、研削負荷が増大し研削に多大な時間を要し、かつ超硬合金の製造歩留まりが低いために、上記したような径が600mmでスリーブ長が520mm以上といった大径長尺ロールを能率よく経済的に製造することが難しかったのである。

【0030】さらに、本発明では、超硬合金からなる外層の内面に鋼系材からなる内層を形成してスリーブを構成しているために、図6に示す超硬合金製複合ロールのように、超硬合金製スリーブ21の内面に鋼系材がないものに比べると、製造嵌合時にも、また圧延併用時にも、スリーブが割れるのを抑制することができる。次いで、回転軸と直角な断面におけるスリーブの外層の断面積 S_1 と内層の断面積 S_2 との比（以下、単に断面積比ともいう） S_1/S_2 を上記に限定した理由について説明する。

【0031】発明者らは、外径が560mm、胴長が1800mm

m、全長が3500mmの冷間タンデム圧延機用ロールを上述した方法で製造し、実際に冷間タンデム圧延に併用する実験を行った。その際に、予め焼結された6個の円筒状成形体部材を一体化して構成された超合金製スリーブを作成し、その厚み並びその内面に拡散接合する溶製の鋼系材の厚みを変えることにより、超合金からなる外層の厚みと溶製の鋼系材からなる内層の厚みの和を150mmで一定とし、かつ断面積比 S_1/S_2 を図4に示す範囲内で変えて構成したスリーブとし、このスリーブを鋼製軸芯に嵌合する時のスリーブの外層での割れ発生確率を調べると共に、スリーブが割れなかった場合には、2本で1対として冷間圧延に供して、圧延時のスリーブの外層での割れ発生確率を調査した。

【0032】スリーブを鋼製軸芯に嵌合する時のスリーブの外層での割れ発生確率、および圧延時のスリーブの外層での割れ発生確率の結果を、図4(a)、図4

(b)に示す。図4(a)は断面積比 S_1/S_2 が大きい場合であり、図4(b)は断面積比 S_1/S_2 が小さい場合である。嵌合時のスリーブの外層での割れ発生確率は、図4(a)、図4(b)から、断面積比 S_1/S_2 が大きい場合には、断面積比 S_1/S_2 が増大するに従って徐々に上昇し、そして断面積比 S_1/S_2 が20を超えるようになると、急激に上昇すること、および、断面積比 S_1/S_2 が小さい場合には0であることがわかる。

【0033】また、圧延時のスリーブの外層での割れ発生確率は、図4(a)、図4(b)から、断面積比 S_1/S_2 が大きい場合には0であるが、断面積比 S_1/S_2 が減少するに従って上昇し、そして、断面積比 S_1/S_2 が0.3未満になると、急激に上昇することがわかる。そこで、本発明では、圧延時のスリーブの外層での割れを防止すると共に、嵌合時のスリーブの外層での割れ発生確率が急激に上昇しない範囲とするために、断面積比 S_1/S_2 を20以下とし、さらに好ましくは15以下とするのが、圧延時のスリーブの外層での割れを防止すると共に、嵌合時のスリーブの外層での割れを一段と抑制できるので好ましいのである。

【0034】一方、断面積比 S_1/S_2 を小さくするほど、嵌合時のスリーブの外層での割れを防止できることは、従来より知られていることであるが、本発明の場合には、図4(a)、図4(b)から、断面積比 S_1/S_2 が1.2以下になると、嵌合時のスリーブの外層での割れは発生していないが、圧延時のスリーブの外層での割れが発生することがわかり、さらに、圧延時のスリーブの外層での割れ発生確率は、断面積比 S_1/S_2 が0.3未満となると急激に上昇することがわかったのである。

【0035】そこで、本発明では、嵌合時のスリーブの外層での割れを防止すると共に、圧延時のスリーブの外層での割れ発生確率が急激に上昇しない範囲とするために、断面積比 S_1/S_2 を0.3以上とし、さらに好まし

くは0.8以上とするのが、嵌合時のスリーブの外層での割れを防止すると共に、圧延時のスリーブの外層での割れ発生確率を一段と小さくできるので好ましいのである。

【0036】以上説明した理由により、本発明では、スリーブは、図2に示す回転軸と直角な断面における外層1の断面積 S_1 と内層2の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を0.3~20としてなるものとし、外層1の断面積 S_1 と内層2の断面積 S_2 との比 S_1/S_2 を0.8~15としてなることがさらに好ましいのである。そのうえに、本発明では、スリーブの断面積比 S_1/S_2 を本発明の範囲内において、0.8以上としてなる場合には、断面積比を0.7以下としている図5に示すような従来の超合金製複合ロールとスリーブ厚みを同じにしたとしても、超合金からなる外層1の厚みを内層に比べ厚くできるので、長寿命にすることができると共に、廃却径になるまでの間に圧延できる圧延処理量を増大できるのである。

【0037】また、本発明では、スリーブの断面積比 S_1/S_2 を本発明の範囲内において、0.8以上としてなる場合には、断面積比を0.7以下としている図5に示すような従来の超合金製複合ロールに比して、超合金からなる外層1の厚みを厚くすることができるために、より強圧下が必要とされ、圧延荷重の高い圧延に供することができる。

【0038】ところで、図4(a)、図4(b)に示すスリーブを鋼製軸芯に嵌合する際の割れ発生確率、および圧延時の割れ発生確率は次のようにして求めた。嵌合したロール本数は、図4に示すそれぞれの断面積比 S_1/S_2 において200本とした。また、圧延に供したロール本数は、図4に示すそれぞれの断面積比 S_1/S_2 において200本とした。

【0039】すなわち、例えば、圧延時における割れ発生確率が2%になった場合とは、1/50のことであり、200本のロールを製造し、これらのロールを圧延に供し、4本のロールに割れが発生したことであり、嵌合時に、割れ発生確率が1%になった場合とは、1/100であり、200本のロールを嵌合して製造し、嵌合時に2回の割れが発生したことで、残りの198本が圧延に供することのできるロール数になる。

【0040】以上説明した本発明の超合金製複合ロールは、外径を150mm以上、800mm以下とし、冷間タンデム圧延機用ワークロールとして適用すると、耐ヒートスクラッチ性および被圧延材の表面光沢が、外径を500mm以上、1500mm以下とし、熱間粗圧延機用ワークロールとして適用すると、サーマルクラウン低減による寸法・形状制御の性能が、外径を400mm以上、1400mm以下とし、熱間仕上げ圧延機用ワークロールとして適用すると、サーマルクラウン低減による寸法・形状制御の性能が、外径を500mm以上、1500mm以下とし、厚板圧延機用ワークロールとして適用すると、サーマルクラウン低減による

寸法・形状制御の性能が、外径を600 mm以上、2000mm以下とし、形鋼圧延機用ワークロールとして適用すると、サーマルクラウン低減による寸法・形状制御の性能が、従来の鋼系ロールに比して格段に向上すると共に、上記用途に共通する性能として、耐摩耗、耐肌荒れ性、亀裂や欠け、耐凹み性（異物を圧延したことによる）が従来の鋼系ロールに比して、格段に向上するので好ましい。

【0041】

【実施例】（実施例1）外径560mm×胴長1800mm×全長3500mmの冷間タンデム圧延機用ロールを、表1-1に示すようにして、各区分でそれぞれ2本製造し、スリーブを製造する際の超硬合金の製造歩留まり、嵌合時のスリーブの外層での割れ状況および超硬合金製ロール1本当たりの研削加工に要した時間の合計を調べ、スリーブが割れないものは、その後圧延に供して、ロールを廃却するまでの間に圧延した圧延処理量を調べた。

【0042】発明例A1では、図1、図2に示したような構成のものを、予め焼結されたロール1本当たり6個の円筒状成形体部材を同軸的に重ね合わせた後、本焼結・HIP処理し、一体化して超硬合金製スリーブを構成し、この超硬合金製スリーブの内面に炭素鋼の溶製材からなる円筒状内層部材を拡散接合し、得られたスリーブを鋼製軸芯に嵌合して固定して超硬合金製複合ロールとした。

【0043】なお、成形体は、表1に示す組成の平均粒径3～5 μ mのWC粉末と平均粒径1～2 μ mのCo金属粉末とをWC製のボールを混合媒体として2日間混合し、得られた超硬材料の混合粉末を2重円筒ラバー製の外筒と内筒との間の隙間に、等量ずつ充填し、その後加圧することを繰り返し行って作成した。2重円筒ラバ

ー製の外筒は内径が835mm、長さが425mmで、内筒は外径が350mm、長さが425mmであり、2重筒の中心部分に径が350mm、長さ500mmのパイプ状の心棒を挿入し、ラバー製型はハンマー式充填機上に置いた。

【0044】発明例A2では、スリーブの断面積比 S_1/S_2 を変えて、発明例A1と同様にして製造した。なお、発明例A2での各成形体の作成は、2重円筒ラバー製の外筒は内径が835mm、長さが425mmで、内筒は外径が490mm、長さが425mmであり、2重筒の中心部分に径が490mm、長さ500mmのパイプ状の心棒を挿入して行った。

【0045】従来例A3の超硬合金製複合ロールとしては、図6に示す構成のものを、ロール1本当たりの成形体部材の個数を2個として製造した。なお、従来例A3での各成形体の作成は、2重円筒ラバー製の外筒は内径が835mm、長さが2800mmで、内筒は外径が350mm、長さが2800mmであり、2重筒の中心部分に径が350mm、長さ3500mmのパイプ状の心棒を挿入して行った。

【0046】従来例A4の超硬合金製複合ロールとしては、図5に示す構成のものを製造した。なお、超硬材料の混合粉末を充填する際に、2重円筒ラバー製の外筒は内径が900mm、長さが6000mmで、内筒は外径が370mm、長さが6000mmであり、2重筒の中心部分に径が370mm、長さ6500mmのパイプ状の心棒を挿入した隙間に充填した。

【0047】超硬合金の混合粉末歩留まり、嵌合時のスリーブの割れの状況、研削加工所要日数および圧延処理量を表1-2に示す。

【0048】

【表1】

(表1-1) ロール寸法：外径660mm × 胴長1800mm × 全長3500mm

項 目		発 明 例		従 来 例	
区 分		A 1	A 2	A 3	A 4
超硬材料の 混合粉末組 成	WC(mass%)	85	*	*	*
	Co(mass%)	15	*	*	*
ロールの構成		図1、図2	図1、図2	図6	図5
断面積比 S_1/S_2		6.0	0.7	(一層)	0.7
ロール1本当たりの成形 体部材の個数		6	6	2	1 (一体成 形体)
超硬合金製 スリーブの 寸法	外径(mm)	560	560	560	560
	内径(mm)	335	470	360	470
	長さ(mm)	1800	1800	1800	1800
内層部材の 寸法	外径(mm)	335	470	なし	470
	内径(mm)	280	280		280
	長さ(mm)	1800	1800		1800
内層部材の材質		黒鉛鋳鉄	*		*
軸 芯	胴部外径(mm)	280	280	360	280
	全長(mm)	3500	3500	3800	3800
軸芯の材質		5%Mo鋼	5%Mo鋼	5%Mo鋼	5%Mo鋼
成形体の寸法 (CIP処理後、機械 加工したもの)	外径(mm)	690	690	690	一体成形体
	内径(mm)	300	420	320	
	長さ(mm)	370	370	1350	
CIP 処理	圧力(MPa)	285	*	*	*
	保持時間	10分	*	*	
仮焼結処理	温度(℃)	750	*	*	なし
	圧力(Pa)	$10^{-1} \sim 10^{-2}$	*	*	
	保持時間	2時間	*	*	
	雰囲気	水素雰囲気	*	*	
本焼結HIP 処理	温度(℃)	1330	*	*	*
	圧力(MPa)	100	*	*	*
	保持時間	2時間	*	*	*
	雰囲気	Ar	*	*	*
拡散接合 処理条件	温度(℃)	1250	*	なし	*
	圧力(MPa)	100	*		
	保持時間	2時間	*		
	雰囲気	Ar	*		

*：発明例A1と同じ条件

【0049】

【表2】

〔表 1-2〕 ロール寸法：外径560mm × 胴長1800mm × 全長3500mm

項目		発明例		従来例	
区分		A 1	A 2	A 3	A 4
ロール製造 結果	超硬合金の 製造歩留まり (%)	80	80	20	20
	嵌合時のス リーブの割 れ	なし	なし	あり (2本に発 生)	なし
	切削加工 所要日数	0.5 日	0.5 日	1 日	3 日
従来例 4 に対する圧延処 理量 (倍)		10 日	1	圧延に供せ ず	1

圧延処理量：ロールを廃却するまでの間の圧延処理量

【0050】表 1-2 に示す結果から、発明例 A 1、A 2 の超硬合金製複合ロールは嵌合時に、スリーブの外層で割れが発生せず、このロールを圧延に供することができること、および従来例 A 4 の場合より超硬合金の製造歩留まりを良好することができ、かつ切削加工所要日数を減少できることがわかった。発明例 A 1 の場合には、断面積比を 0.8 ～ 15 の範囲としたので、断面積比を 0.7 以下とした発明例 A 2、および従来例 A 4 に比して、圧延処理量を増大することができた。

【0051】なお、従来例 A 3 の超硬合金製複合ロールでは、超硬合金混合粉末の製造歩留まりも低いうえ、嵌合時にスリーブの外層で割れが発生したので、圧延に供することができなかった。

(実施例 2) 外径が 1500mm、胴長が 900mm、全長が 3800mm の形鋼圧延機用ロールを、表 2-1 に示すようにして、各区分でそれぞれ 2 本製造し、スリーブを製造する際の超硬合金の製造歩留まり、嵌合時のスリーブの外層での割れ状況および超硬合金製ロール 1 本当たりの研削加工に要した時間の合計を調べ、スリーブが割れないものは、その後圧延に供して、ロールを廃却するまでの間に圧延した圧延処理量を調べた。

【0052】発明例 B 1 では、図 1、図 2 に示したよう

な構成のものを、予め焼結されたロール 1 本当たり 5 個の円筒状成形体部材を同軸的に重ね合わせた後、本焼結・HIP 処理し、一体化して超硬合金製スリーブを構成し、この超硬合金製スリーブの内面に鋳鋼からなる円筒状内層部材を拡散接合し、得られたスリーブを鋼製軸芯に嵌合して固定して超硬合金製複合ロールを 1 本ずつ製造した。

【0053】なお、成形体は、実施例 1 と同様にして作成し、その際、2 重円筒ラバー製の外筒は内径が 1975mm、長さが 255mm で、内筒は外径が 960mm、長さが 255mm であり、2 重筒の中心部分に径が 960mm、長さ 320mm のパイプ状の心棒を挿入し、ラバー製型をハンマー式充填機上に置いて充填を行った。また、発明例 B 2 は、スリーブの断面積比 S_1/S_2 を変えて、発明例 B 1 と同様にして製造し、従来例 B 3、B 4 はそれぞれ上記実施例 1 の従来例 A 3、A 4 に対応させて行った。

【0054】超硬合金の混合粉末歩留まり、嵌合時のスリーブの割れの状況、研削加工所要日数および圧延処理量を表 2-2 に示す。

【0055】

〔表 3〕

(表2-1) ロール寸法: 外径1500mm×胴長900mm×全長3800mm

項 目		発 明 例		従 来 例	
区 分		B 1	B 2	B 3	B 4
超硬材料の 混合粉末組 成	WC(mass%)	85	*	*	*
	Co(mass%)	15	*	*	*
ロール1本当たりの成形 体部材の個数		5	5	2	1 (一体成 形体)
超硬合金製 スリーブの 寸法	外径(mm)	1500	*	*	*
	内径(mm)	730	1200	730	1200
	長さ(mm)	900	*	*	*
内層部材の 寸法	外径(mm)	730	1200	なし	1200
	内径(mm)	500	500		500
	長さ(mm)	900	900		900
内層部材の材質		黒鉛鋳鉄	*		*
軸 芯	胴部外径(mm)	500	*	730	*
	全長(mm)	3800	*	*	*
軸芯の材質		冷間圧入 鋼	*	*	*
成形体の寸 法 (CIP 処 理後、機械 加工を施し たもの)	外径(mm)	1650	1650	2000	一体成形体
	内径(mm)	700	1000	800	
	長さ(mm)	265	*	800	
CIP 処理	圧力(MPa)	285	*	*	*
	保持時間	10分	*	*	
仮焼結処理	温度(℃)	750	*	*	なし
	圧力(Pa)	$10^{-1} \sim 10^{-2}$	*	*	
	保持時間	2 時間	*	*	
	雰囲気	水素雰囲気	*	*	
本焼結HIP 処理	温度(℃)	1330	*	*	*
	圧力(MPa)	100	*	*	*
	保持時間	2 時間	*	*	*
	雰囲気	Ar	*	*	*
拡散接合処 理条件	温度(℃)	1240	*	なし	*
	圧力(MPa)	100	*		
	保持時間	1 時間	*		
	雰囲気	Ar	*		

*: 発明例 B 1 と同じ条件

【0056】

【表4】

〔表 2-2〕 ロール寸法：外径1500mm×胴長900mm×全長3800mm

項 目		発 明 例		従 来 例	
区 分		B 1	B 2	B 3	B 4
ロール製造 結果	超硬合金の 製造歩留まり (%)	80	80	20	20
	嵌合時のス リープの割 れ	なし	なし	あり (2本に発 生)	なし
	切削加工 所要日数	0.5 日	0.5 日	1.5 日	3 日
従来例 B 4 に対する 圧延処理量 (倍)		10	1	圧延に供せ ず	1

圧延処理量：ロールを廃却するまでの間の圧延処理量

【0057】表 2-2 に示す結果から、発明例 B 1、B 2 の超硬合金製複合ロールは嵌合時に、スリーブの外層で割れが発生せず、このロールを圧延に供することができ、および従来例 B 4 の場合より超硬合金の製造歩留まりを良好にすることができ、かつ切削加工所要日数を減少することがわかった。発明例 B 1 の場合には、断面積比を 0.8 ～15 の範囲としたので、断面積比を 0.7 以下とした発明例 B 2、および従来例 B 4 に比して、圧延処理量を増大することができた。

【0058】なお、従来例 B 3 の超硬合金製複合ロールでは、超硬合金混合粉末の製造歩留まりが、発明例 B 1、B 2 と比較して低いうえ、嵌合時にスリーブの外層で割れが発生したので、圧延に供することができなかった。

(実施例 3) 図 1、2 に示した構成であって、表 3、表 4 に示すロール寸法、部材の超硬合金製複合ロールを発明例とし、各種圧延機に組み込んで、それぞれの性能を調査した。ここで、冷間タンデム圧延機としては全 5 スタンドのものを使用し、最終の第 5 スタンドの結果を、熱間仕上圧延機としては全 7 スタンドのものを使用して、その第 1 及び第 7 スタンドの結果を示してある。

【0059】なお、表 4 に示す超硬合金製スリーブは、表 5 に示された予め焼結された複数個の成形体部材を本焼結・HIP 処理により一体化して構成したものであり、超硬合金製スリーブを製造する際に、超硬合金の製造歩留まりも調べた。なお、従来例としては、図 5 に示した構成であって、表 3、表 4 に示すロール寸法、部材の超硬合金製複合ロールを、スリーブの外層を一体成形体で形成して、また、比較例としては、表 3 に示す発明例と同じロール寸法であって、表 5 に示すロール材質のものを、発明例と同じ各種圧延機に組み込んで、それぞれの性能を調査した。

【0060】発明例、従来例並びに比較例のロール性能、発明例並びに従来例のロール製造時における超硬合

金の製造歩留まり、圧延処理量を表 5 に示す。

【0061】

〔表 5〕

〔表 3〕 ロール寸法

用 途	ロール寸法		
	径 (mm)	胴長 (mm)	全長 (mm)
冷間タンデム圧延機	600	1800	3500
熱間粗圧延機	1300	2000	5000
熱間仕上圧延機	900	2000	5000
厚板圧延機	1000	5000	9000
形鋼圧延機	1500	900	5000

【0062】

〔表 6〕

20

30

40

50

【表 4】 部材の諸元

用 途	超硬合金製複合ロールの部材の諸元										
	超硬合金製スリーブ					内層部材				軸 心	
	材質	外径 (mm)	内径 (mm)	長さ (mm)	材質	外径 (mm)	内径 (mm)	長さ (mm)	材質	中央部径 (mm)	長さ (mm)
冷間タンデム圧延機	WC:80%mass Co:20%mass	600	320	1800	黒鉛 鋼鉄	320	280	1800	SXD11 (JIS G4404)	280	3500
		1800	700	2000		700	610	2000		610	5000
熱間粗圧延機		900	480	2000		480	420	2000		420	5000
熱間仕上げ圧延機	厚板圧延機	1000	535	5000		535	470	5000		470	9000
形鋼圧延機		1500	800	900		800	700	900		700	5000

【0063】

【表 7】

(表5) 各種圧延機での圧延結果

区分	ロール種類		限界圧延本数	胴部表面における亀裂長さ(μm)	サマクラック(μm)	被圧延材の形状	ロール廃却までの圧延間の処理量	ロール製造時の合金の歩留り(%)	成形体部材個数	断面積比S ₁ /S ₂
	ロール分類	用途								
発 明 例	超硬合金製複合ロール	冷間タンデム圧延機	1000	0	25	○	10	80	8	10.7
		熱間粗圧延機	6500	0	100	○	5	80	10	10.2
		熱間仕上圧延機	3000(1000)	0	80	○	6.7	80	15	10.7
		厚板圧延機	3000	0	120	○	6.7	80	30	10.9
		形鋼圧延機	800	0	50	○	8.3	80	5	10.7
従 来 例	超硬合金製複合ロール (図7に示す構成のもの)	冷間タンデム圧延機	1000	0	25	○	1	20	1 (一体成形体)	0.7
		熱間粗圧延機	6500	0	100	○	1	20		0.7
		熱間仕上圧延機	3000(1000)	0	80	○	1	20		0.7
		厚板圧延機	3000	0	120	○	1	20		0.7
		形鋼圧延機	800	0	50	○	1	20		0.7
比 較 例	冷間セミハイス 熱間ハイス 熱間ハイス 熱間ハイス 熱間ハイス	冷間タンデム圧延機	100	50	50	△	超硬材料の粉末は用いない			
		熱間粗圧延機	800	100	300	×				
		熱間仕上圧延機	300	100	240	×				
		厚板圧延機	300	200	360	×				
		形鋼圧延機	100	100	100	△				

限界圧延本数：耐摩耗性、耐肌荒れ性による限界、胴部表面における亀裂長さ；超音波探傷により測定
 サマクラック：径当たりの、胴部中央の熱膨張量Dcと胴端の熱膨張量Deとの差 (Dc-De)
 形状：○：ロール替えまでの圧延内で良好、△：ロール替えまでの圧延前半で中程度の腹伸びが発生、
 ×：ロール替えまでの圧延前半で大きな腹伸びが発生
 圧延処理量：各圧延機毎に説明例での圧延処理量を1とした場合
 熱間仕上圧延機：カッコン外は第1スタンド、カッコン内は第7スタンドの値

【0064】表5に示す結果から、発明例の超硬合金製複合ロールは、従来例の超硬合金製複合ロールより、超硬合金粉末の製造歩留まりが良好で、かつ圧延処理量を増大できることがわかる。また、発明例の超硬合金製複合ロールは、それぞれの圧延機のワークロールとして用いた場合に、比較例の冷間セミハイスおよび熱間ハイス

50

より、それぞれ耐摩耗性、耐肌荒れ性が優れているので、限界圧延本数が多く、さらに耐亀裂性が優れ、サーマルクラウンが小さいので、比較例のロールより被圧延材の形状が良好であることがわかる。

【0065】

【発明の効果】本発明の超硬合金製複合ロールによれ

ば、長尺大径とした場合でも、割れを防止し、歩留まり良く、能率よく経済的に製造することができると共に、冷間タンデム圧延、熱間粗圧延、熱間仕上げ圧延、厚板圧延、形鋼圧延等の各種の圧延において、ロール自体（正確には外層）の割れを抑制でき、かつスリーブの外層の厚みを厚くして、長寿命にすることができるので、ロール廃却まで間に、当該ロールで圧延できる圧延処理量を増やすことができる。また、サーマルクラウンが小さいので、圧延材の形状も良好となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る超硬合金製複合ロールの回転軸方向概略断面図である。

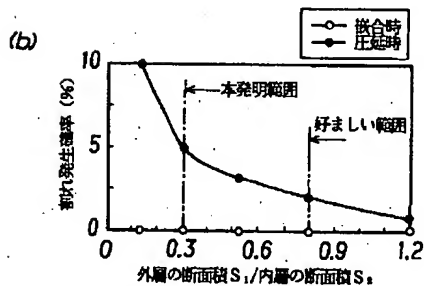
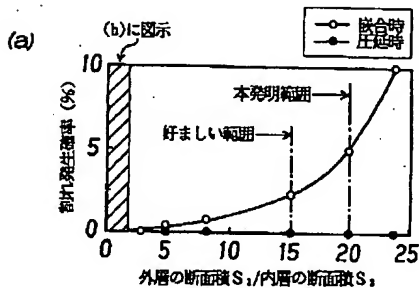
【図 2】本発明に係る超硬合金製複合ロールの回転軸と直角方向の概略断面図である。

【図 3】本発明に用いるスリーブの製造方法を示す概略断面図であり、(a)、(b)は互いに異なる方法である。

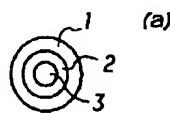
【図 1】



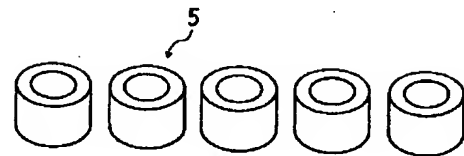
【図 4】



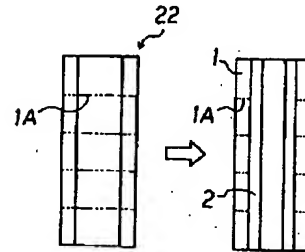
【図 2】



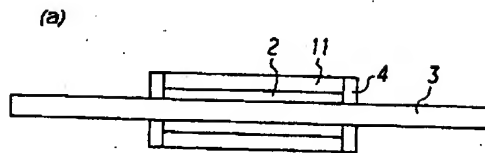
【図 3】



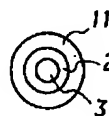
(b)



【図 5】



(b)



【図 4】スリーブの断面積比とスリーブの割れ発生率との関係を示すグラフであり、(a)は断面積比が大きい範囲、(b)は断面積比が小さい範囲である。

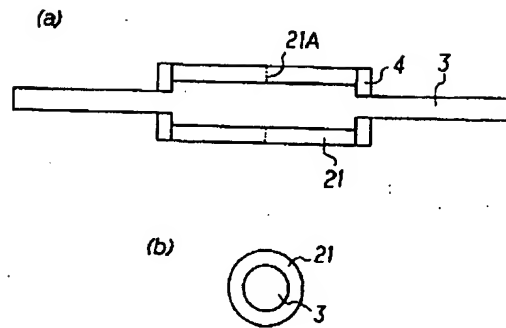
【図 5】従来の超硬合金製複合ロールを示す図であって、(a)は回転軸方向概略断面図、(b)は回転軸と直角方向の概略断面図である。

【図 6】従来の他の超硬合金製複合ロールを示す図であって、(a)は回転軸方向概略断面図、(b)は回転軸と直角方向の概略断面図である。

10 【符号の説明】

- 1、11 外層
- 2 内層
- 3 軸芯
- 4 側端リング
- 1A、21A 接合箇所
- 5 成形体部材
- 21、22 超硬合金製スリーブ

【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 蛭田 敏樹

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製
鉄株式会社技術研究所内

(72)発明者 服部 敏幸

福岡県北九州市若松区北浜1-9-1 日
立金属株式会社若松工場内

(72)発明者 堀内 満喜

福岡県北九州市若松区北浜1-9-1 日
立金属株式会社若松工場内

Fターム(参考) 4E016 CA04 DA04 DA19 EA06 EA12
EA22